

KAJIAN PENYERAPAN LOGAM KHROM DARI LIMBAH INDUSTRI ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN RESIN DOWEX SBR-P

Soemargono, Ida Sehilda dan Anggoro Ady Saputro

^{*)} Jurusan Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur

^{**)} Mahasiswa S-1 Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur

ABSTRACT

The reduction of toxic metal, especially Cr^{6+} , could be done by ion exchange resin. The substitution of Cr^{6+} ion with other non-toxic ion contained in the resin will reduce the amount of toxic chromium to the permitted level. In this study ion exchange was done using Dowex SBR-P (Styrene-DVB) anion resin.

Experiments were done using potassium dichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) as source of Cr^{6+} ion. This compound was diluted in water inside a beaker glass. Then a desired amount of resin were added and stirred at until a desired time reached. The result was analyzed by spectrophotometric method using 1-5 diphenylcarbazide (DPC) as an indicator. Results shows the highest adsorption was 40.64%, reached at stirring speed of 190 rpm, for 60 minutes and resin weight 25 gram with the amount of potassium dichromate 3.3 gram.

Keywords: chromium metal, ion exchange resin

ABSTRAK

Pengurangan kadar logam beracun terutama Cr^{6+} dapat dilakukan dengan teknologi penukar ion menggunakan resin. Penggantian ion Cr^{6+} dengan ion lain yang tidak berbahaya dalam resin ini, bertujuan mengurangi jumlah logam kromium yang dibuang ke sungai sampai batas yang diijinkan. Dalam penelitian ini dilakukan proses penukaran ion-ion Cr^{6+} dengan menggunakan resin anion Dowex SBR-P (Styrene-DVB).

Penelitian dilakukan dengan senyawa potassium dichromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) sebagai sumber ion Cr^{6+} . Senyawa ini diencerkan dengan air, kemudian ditambahkan resin anion Dowex SBR-P dengan kadar tertentu dan diaduk sampai waktu yang diinginkan. Hasil yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan indikator 1-5 diphenylcarbazide (DPC) pada metode spektrofotometri. Hasil yang diperoleh selama dalam penelitian ini yaitu penyerapan tertinggi sebesar 40,64%, dicapai pada kecepatan pengaduk 190 rpm, waktu 60 menit dan berat resin 25 gram yang dilakukan terhadap senyawa potassium dikromat sebanyak 3,3 gram.

Kata kunci: logam khrom, penukar ion, resin

PENDAHULUAN

Industri *electroplating* merupakan salah satu industri yang menggunakan kromium sebagai bahan baku utamanya. Bahan ini merupakan salah satu logam berat yang membahayakan tubuh atau kesehatan bila berada dalam air yang kita minum. Industri *electroplating* kebanyakan masih merupakan *home industry* sehingga sampai saat ini belum mampu untuk mengolah limbahnya sendiri, karena alat-alat untuk pengolahan limbah biayanya mahal. Pengurangan kadar logam beracun terutama Cr^{6+} dapat dilakukan dengan teknologi penukar ion menggunakan resin. Penggantian ion Cr^{6+} dengan ion lain yang tidak berbahaya dalam resin ini, bertujuan mengurangi jumlah logam kromium yang dibuang ke sungai sampai batas yang diijinkan.

Penelitian yang dilakukan secara *batch* ini mempelajari kemampuan resin anion Dowex SBR-P dalam mengadsorpsi ion logam Cr^{6+} (% Adsorpsi). Bila penelitian ini berhasil diharapkan dapat memberikan informasi proses yang cukup efektif dan relatif murah dalam pengolahan air limbah industri. Di samping itu, hal itu dapat diminimalisasikan dampak pencemaran lingkungan khususnya yang diakibatkan oleh logam Cr^{6+} .

TINJAUAN PUSTAKA

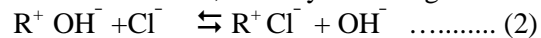
Secara umum proses adsorpsi dapat diartikan sebagai peristiwa fisika yang melibatkan akumulasi antar fase pada permukaan suatu bahan. Bahan yang mempunyai berat molekul yang lebih tinggi lebih mudah untuk diadsorpsi (Eckenfelder, Wesley, W, Jr., 1978). Adsorpsi merupakan fungsi dari kecepatan penyerapan yang juga dipengaruhi oleh viskositas liquid. Kondisi percobaan dengan temperatur berubah-ubah menyebabkan viskositas liquid berubah, sehingga data yang diperoleh mempunyai variasi penyimpangan yang sangat berarti. Untuk menghindari hal tersebut, maka percobaan dilakukan secara isothermis (Tenorio dan Espinosa, 2001)

Reaksi-reaksi ion yang berlangsung pada pertukaran ion secara sederhana dapat dirumuskan (R adalah resin kation dan anion), sebagai berikut :

Pertukaran kation, misalnya Na^+ dengan H^+



Pertukaran anion, misalnya Cl^- dengan OH^-



Proses reaksi itu dipengaruhi oleh beberapa peubah diantaranya adalah konsentrasi bahan, perbandingan pereaksi, dan waktu proses. Pada proses “batch”, kecepatan pengadukan ikut berpengaruh.

Pengadukan merupakan suatu operasi pencampuran dua jenis bahan atau lebih yang sebelumnya dalam keadaan terpisah dihindarkan dan disatukan, sehingga membentuk suatu larutan yang homogen dan mempunyai komposisi bahan seperti yang dikehendaki. Pengadukan biasanya berlangsung suatu gerakan turbulen dan berfungsi untuk menggerakkan bahan (cair, cair/padat, cair/cair, cair/gas, cair/padat/gas) dan untuk menghindari terbentuknya endapan. Pengadukan cairan dengan kelarutan padatan yang cukup besar akan terbentuk suatu larutan. Untuk menghasilkan suatu pengadukan yang baik dan homogen perlu dilakukan cara analisa dalam memvariasikan putaran pengaduknya. Hasil pengadukan yang baik dicapai apabila bahan mengalir secara turbulen, artinya mengalir ke segala penjuru. Pencampuran atau pengadukan akan semakin buruk jika semakin banyak bahan yang bergerak dalam arah tangensial saja yaitu bahan berputar-putar bersama dengan pengaduk sehingga permukaan cairan membentuk kerucut (vortex) di sekeliling sumbu pengaduk. Gerakan tangensial serta pembentukan vortex dapat dikurangi dan aliran turbulen dapat ditingkatkan dengan cara memasang benda-benda pengganggu aliran, dengan memilih alat pengaduk lain, dengan mengubah posisi alat pengaduk atau dengan memilih bejana lain (misal lebar/rendah, sempit/tinggi).

Adsorben (untuk adsorpsi fisik) adalah bahan padat dengan luas permukaan dalam yang sangat besar. Permukaan dalam yang luas ini terbentuk karena banyaknya pori yang halus pada padatan tersebut. Di samping luas spesifik dan diameter pori, distribusi ukuran partikel maupun kekerasannya merupakan data karakteristik yang penting dari suatu adsorben. Semakin luas permukaan padatan, maka semakin besar permukaan kontak antara padatan dan cairan hingga semakin cepat terjadi penyerapan. Oleh karena cairan pada permukaan bahan padat merupakan cairan jenuh, maka perlu diusahakan untuk membawa cairan yang tidak jenuh secara terus-menerus ke permukaan padatan. Hal ini dapat dilakukan dengan memberikan gerakan pada cairan. Untuk adsorben yang berupa zat padat, semakin berat adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi, maka semakin baik pula daya adsorpsinya.

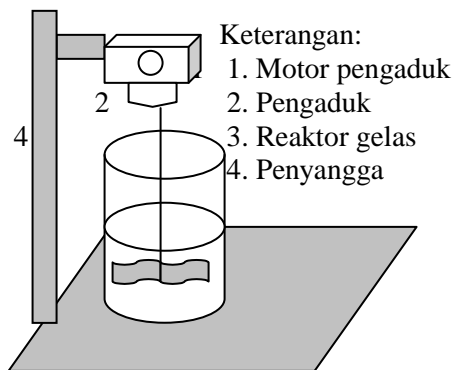
Waktu proses berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Proses adsorpsi yang berlangsung lama, maka semakin lama pula waktu kontak antara fase terserap (larutan $K_2Cr_2O_7$) dengan adsorben, sehingga bahan yang terserap semakin besar (Cheremisinoff, Ellerbusch, F., 1980).

Dengan demikian, variabel kecepatan pengadukan (rpm), berat adsorben (gram) dan waktu kontak (menit) dapat mempengaruhi proses adsorpsi.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah potassium dichromat ($K_2Cr_2O_7$), aquadest dan resin anion Dowex yang diperoleh di toko kimia "Brataco", Jalan Tidar. Resin anion yang digunakan dalam penelitian ini adalah Dowex SBR-P (*Styrene-DVB*) dengan type anion basa kuat dan gugus fungsinya *quaternary* amine. Distribusi ukuran butir antara 0,3 mm - 1,2 mm (5 mesh - 16 mesh) mencapai 90%, kandungan air 50-56 %, dan densitas partikel 1,08 gr/ml.

Alat yang dipergunakan dirangkai seperti yang tertera pada gambar 2. Yang terdiri atas "beaker glass" ukuran 1 liter sebagai tempat campuran air limbah industri dengan resin anion. Beaker glass tersebut dilengkapi dengan pengaduk yang digerakkan oleh motor.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian

Variabel :

Kondisi kerja yang ditetapkan adalah berat potassium dichromat dalam 1 liter aquades sebagai konsentrasi awal, sedangkan variabel yang dipelajari meliputi kecepatan pengadukan, berat resin, dan waktu proses **Cara kerja.**

Potassium dichromat ($K_2Cr_2O_7$) sebanyak 3,3 gram dicampur dengan 1 liter aquadest dimasukkan ke dalam beaker glass ukuran 1,5 liter. Pengaduk dijalankan hingga tercampur merata (terlarut) kemudian ambil 10 ml sebagai cuplikan untuk dianalisis kadar awal $K_2Cr_2O_7$ (Co). Tambahkan resin anion Dowex SBR-P dengan berat tertentu. Kedua bahan tersebut diaduk menggunakan motor penggerak dengan kecepatan pengadukan yang dipilih sampai pada batas waktu yang diinginkan. Setelah motor pengaduk dihentikan, hasil campuran tersebut dipipet, diambil filtratnya 10 ml untuk dianalisis kadar sisa Cr^{6+} dengan metode spektrofotometri menggunakan Diphenyl carbazide yang merupakan ion pengompleks sebagai katalis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan meliputi variasi berat resin, waktu dan kecepatan pengadukan. Pada setiap percobaan, volume aquadest dan $K_2Cr_2O_7$ tetap yaitu masing-masing 1 liter dan 3,3 gram. Hasil yang diperoleh disajikan dalam tabel 1 sampai dengan tabel 3 dan yang

dilukiskan dalam gambar 2 sampai gambar 4 sedangkan tabel 4 dilukiskan sebagai persen (%) Adsorpsi.

Pengaruh Kecepatan Pengadukan terhadap hasil tersaji dalam table 1 dan dilukis dalam gambar 2. Jenis alat pengaduk yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaduk propeller yang terdiri atas sebuah propeller menyerupai baling-baling pendorong kapal.

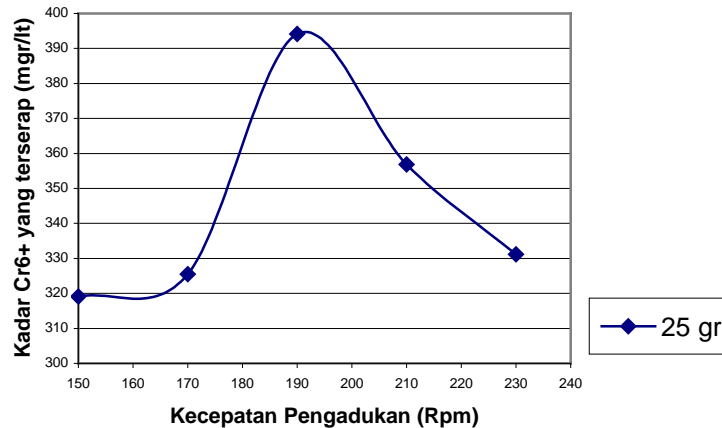
Pengaduk propeller digunakan untuk bahan dengan viskositas rendah (pada viskositas yang besar dan frekuensi putaran yang tinggi, biasanya bahan tidak dapat

digerakkan oleh propeller). Pada kecepatan pengaduk 150, 170 dan 190 rpm, waktu 20 menit dan berat resin 25 gram menunjukkan bahwa kemampuan resin Dowex SBR-P yang menyerap (penyerapan ion Cr^{6+}) mengalami peningkatan, dengan konsentrasi masing-masing 6,385 mg/l, 10,89 mg/l, dan 14,435 mg/l sedangkan pada 210 dan 230 rpm penyerapan ion Cr^{6+} mengalami penurunan yaitu 8,78 mg/l dan 5,33 mg/l.

Tabel 1 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Cr^{6+} yang Terserap
(Berat resin 25 gram; Waktu 60 menit)

No. Perc	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}	No. Perc	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}	No. Perc	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}
150 Rpm			170 Rpm			190 Rpm		
5.	5	85,35	11.	5	131,2992	16.	5	145,4217
6.	10	139,6623	12.	10	181,638	17.	10	228,1033
7.	15	212,2583	13.	15	237,5077	17.	15	286,81
8.	20	299,5717	14.	20	309,5768	18.	20	335,6017
9.	25	319,0692	15.	25	325,5317	19.	25	394,115
No. Perc	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}	No. Perc	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}			
210 Rpm			230 Rpm					
20.	5	121,174	25.	5	118,1083			
21.	10	192,6784	26.	10	186,66			
22.	15	240,3283	27.	15	223,48			
23.	20	294,6238	28.	20	286,2367			
24.	25	356,875	29.	25	331,1767			

PENYERAPAN LOGAM KRHM DENGAN MENGGUNAKAN RESIN DOWEX SBR-P
Soemargono, Ida, Anggoro



Gambar 2. Hubungan Kecepatan Pengadukan Terhadap Cr^{6+} yang Terserap

Penurunan ini disebabkan karena pada rpm 210 sudah terjadi “vortex”. Pada keadaan itu pengadukan semakin buruk sebab semakin banyak bahan yang bergerak dalam arah tangensial saja (bahan berputar-putar sehingga permukaan cairan membentuk kerucut (vortex) disekeliling sumbu pengaduk) tanpa ada persentuhan yang baik. Pengaruh waktu yang dipelajari mulai dari 20 menit sampai 60 menit dengan hasil yang diperoleh tertera dalam table 2 dan diperjelas dalam gambar 3. Waktu sangat berpengaruh terhadap hasil adsorpsi. Dari gambar 3 dapat terlihat bahwa semakin lama waktu pengadukan, maka hasil adsorpsi semakin meningkat. Waktu menentukan lama kontak antara fase terserap (larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) dengan adsorben (resin anion

Dowex SBR-P), sehingga waktu yang lama bahan yang terserap juga semakin besar. Titik kejenuhan dicapai pada waktu 40-50 menit. Hal itu diindikasikan dengan kemampuan resin menyerap $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ mengalami penurunan yang tidak tajam.

Pengaruh berat resin anion Dowex SBR-P dipelajari pada pelaksanaan proses adsorpsi dengan berat berturut-turut 5, 10, 15, 20 dan 25 gram. Hasil yang diperoleh tercantum dalam table 3 dengan gambar 4. Pada berat resin 5 gram, waktu pengadukan 60 menit dan kecepatan pengadukan 150 Rpm, sedikit sekali larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang diserap dan warna larutannya pun agak keruh bahkan kadar Cr^{6+} yang diperoleh sangat kecil. Begitu juga untuk 10, 15 dan

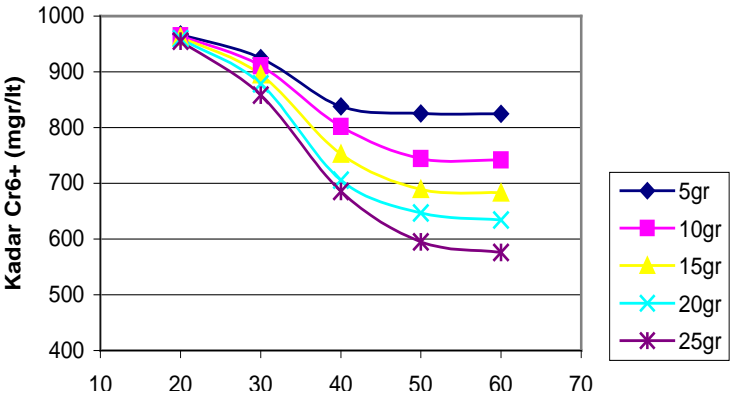
20 gram dengan waktu dan kecepatan adsorpsi kurang dapat berlangsung. Pada gambar 4 terlihat bahwa pada berat resin 25 gram dan waktu 60 menit resin anion Dowex SBR-P mampu menyerap larutan $K_2Cr_2O_7$ cukup baik. Terlihat pula bahwa semakin berat adsorben (berat resin anion Dowex SBR-P) yang digunakan untuk mengadsorpsi, semakin besar pula kemampuan bahan yang teradsorpsi. Resin yang dipakai mempunyai

pengadukan tertentu, sehingga proses ukuran tertentu dengan pertambahan berat mengiringi jumlah resin yang semakin banyak. Di samping itu juga, menambah luas permukaan resin yang mengakibatkan persentuhan dengan larutan semakin besar, sehingga bahan yang teradsorpsi meningkat.

Tabel 2. Hubungan Kadar Sisa Cr^{6+} Dengan Waktu Pada Pelbagai Berat Resin (Konsentrasi awal Cr^{6+} = 969,79 mg/l; Kecepatan pengadukan 190 Rpm)

No. Percobaan	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}	No. Percobaan	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}	No. Percobaan	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}
Berat Resin 5 gram			Berat Resin 10 gram			Berat Resin 15 gram		
1.	20	966.985	1.	20	964.2583	1.	20	962.5185
2.	30	924.6288	2.	30	910.6422	2.	30	894.9367
3.	40	837.8272	3.	40	801.588	3.	40	752.7467
4.	50	825.573	4.	50	744.4752	4.	50	689.3367
5.	60	824.3683	5.	60	741.6867	5.	60	682.98
No. Percobaan	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}	No. Percobaan	Waktu (menit)	Kadar Sisa Cr^{6+}			
Berat Resin 20 gram			Berat Resin 25 gram					
1.	20	959.27	1.	20	955.355			
2.	30	878.1708	2.	30	858.165			
3.	40	705.6883	3.	40	685.4267			
4.	50	646.84	4.	50	594.6867			
5.	60	634.1883	5.	60	575.675			

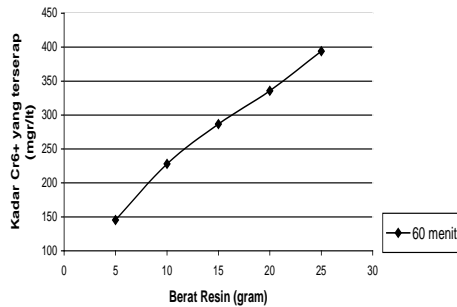
PENYERAPAN LOGAM KRHOM DENGAN MENGGUNAKAN RESIN DOWEX SBR-P
Soemargono, Ida, Anggoro



Gambar 3. Hubungan Kadar Sisa Cr⁶Dengan Waktu

Tabel 3. Pengaruh Berat Resin Terhadap Cr⁶⁺ yang Terserap
(Waktu 60 menit ; Kecepatan pengadukan 190 Rpm)

No. Percobaan	Berat Resin (gram)	Kadar Cr ⁶⁺ yang Terserap	No. Percobaan	Berat Resin (gram)	Kadar Cr ⁶⁺ yang Terserap	No. Percobaan	Berat Resin (gram)	Kadar Cr ⁶⁺ yang Terserap
Waktu 20 menit			Waktu 30 menit			Waktu 40 menit		
1.	5	2.805	1.	5	45.16117	1.	5	131.9628
2.	10	5.531667	2.	10	59.14783	2.	10	168.202
3.	15	7.2715	3.	15	74.85333	3.	15	217.0433
4.	20	10.52	4.	20	91.61917	4.	20	264.1017
5.	25	14.435	5.	25	111.625	5.	25	284.3633
No. Percobaan	Berat Resin (gram)	Kadar Cr ⁶⁺ yang Terserap	No. Percobaan	Berat Resin (gram)	Kadar Cr ⁶⁺ yang Terserap			
Waktu 50 menit			Waktu 60 menit					
1.	5	144.217	1.	5	145.4217			
2.	10	225.3148	2.	10	228.1033			
3.	15	280.4533	3.	15	286.81			
4.	20	322.95	4.	20	335.6017			
5.	25	375.1033	5.	25	394.115			



Gambar 4. Hubungan Berat Resin Terhadap Cr^{6+} yang Terserap

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan hal sebagai berikut.

1. Resin anion Dowex SBR-P (Styrene-DVB) dapat digunakan untuk mengadsorpsi ion Cr^{6+} , sebanyak 25 gram mampu mengadsorpsi ion Cr^{6+} dari kadar awal 969,79 mgr/lit menjadi 575,675 mgr/lit.
2. Putaran pengaduk, berat resin, dan waktu berpengaruh pada kemampuan pertukaran ion-ion Cr^{6+} dalam larutan krom ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).
3. Penyerapan tertinggi yang dicapai terjadi pada kecepatan pengaduk 190 rpm, waktu 60 menit dan berat resin 25 gram, yaitu sebesar 40,64%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksu Z., Gönen F., dan Demircan Z., 2002, "Biosorption of chromium (VI) ions by Mowital® B3OH resin immobilized activated sludge in a packed bed: comparison with granular activated carbon", Process Biochemistry ; 38.
- Bernasconi G., Gerster H., Stäuble H., Schneiter E., 1995, "Chemische Technologie 2", Ernst Klett Verlag GmbH and Co. KG, Stuttgart.
- Cheremisinoff P. N dan Ellerbush F., 1980, "Carbon Adsorption", second edition.
- Eckenfelder W. W., Jr., 1978, "Industrial Water Pollution Control", Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- Tenorio J. A. S dan Espinosa D. C. R., 2001, "Treatment of chromium plating

process effluents with ion exchange resins”, Waste Management ; 21.

Tunçeli A dan Rehber A. T., 2002,
“Speciation of Cr(III) and Cr(VI) in water after preconcentration of its 1,5-diphenylcarbazone complex on amberlite XAD-16 resin and determination by FAAS” , Talanta ; 57.